

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE MORPHO-ANATOMIQUE, BIOMÉTRIQUE ET BIOCHIMIQUE DES CARYOPSES DE GRAMINÉES DU GENRE *STIPAGROSTIS* NEES - I

par P. BOURREIL, C. GHIGLIONE & M. THINON

RÉSUMÉ : Certaines caractéristiques des caryopses, morphologiques et anatomiques, pondérales et dimensionnelles, exprimées statistiquement, sont indiquées à partir de quelques exemplaires de *Stipagrostis plumosa* en provenance de Tamanrasset (Hoggar). La composition en acides aminés des protéines totales des caryopses est déterminée et un parallèle est établi avec *S. uniplumis*, ainsi que certaines espèces de la section typique du genre *Aristida*.

ABSTRACT: Some morphological and anatomical characteristics are given along with weight and size, as statistically evaluated, of some shoots of *Stipagrostis plumosa* from Tamanrasset (Hoggar). The amino-acid composition of the total proteins of the caryopsis of this species has been determined and comparison is made with that of *S. uniplumis* and with that of the typical section of the genus *Aristida*.

* * *

Ayant montré, récemment, à propos de recherches sur la spéciation l'intérêt de l'étude des caryopses de quelques espèces du genre *Aristida* (13, 19 & 20), nous envisageons, ici, le même thème dans le cadre du genre *Stipagrostis*.

ORIGINE DU MATÉRIEL.

Environs de l'aéroport de Tamanrasset (Hoggar) : M. Thinon s.n., 24.10.1975.

IDENTIFICATION.

En nous référant, tout au moins provisoirement, à la révision du complexe *Stipagrostis plumosa* (37 & 38), les échantillons récoltés correspondent à l'entité *Stipagrostis plumosa* (L.) Munro ex T. Anders subsp. *seminuda* (Trin. & Rupr.) H. Scholtz.

TECHNIQUE D'ÉTUDE DES CARYOPSES.

1. *Détermination des longueurs.* Les longueurs sont évaluées en mm. L'erreur absolue affectant chaque mesure est de l'ordre de $\pm 20 \mu$.

2. *Détermination des poids.* Les poids sont évalués en mg. La précision de chaque pesée implique une erreur absolue de $\pm 0,01$ mg.

3. *Traitement des embryons.* Les caryopses sont sectionnés au-dessus de l'extrémité apicale de l'embryon, trempés durant une demi-journée dans de l'eau distillée maintenue à 30 °C, puis fixés (8). Le rinçage, la déshydratation, l'inclusion à la paraffine et le déparaffinage sur lames (9) permettent de colorer les coupes longitudinales et transversales à l'hématoxyline régressive (7).

4. *Dosage des acides aminés totaux.* Consulter à ce sujet la référence 20.

5. *Dosage de l'amidon.* L'amidon est dosé après hydrolyse en milieu sulfurique et le pouvoir réducteur est déterminé par la méthode d'HAGEDORN-JANSEN (cf. 28).

RÉSULTATS

I. CARACTÉRISTIQUES EXTERNES DES CARYOPSES.

Caryopses de couleur fauve à brun clair, fusiformes, légèrement bombés, parfois à vestige stylaire. *Face adaxiale* pourvue dans le plan sagittal d'une légère impression linéaire du raphé (fig. 1a). *Face abaxiale* à embryon développé, occupant un peu plus de la moitié de la longueur du caryopse (fig. 1c). *Faces latérales* à extrémités différemment anguleuses, l'apicale subaiguë, émoussée, la basale plus acuminée dans la zone où le tégument du caryopse ensache la coléorhize ou radicule embryonnaire (fig. 1b). *Coupe transversale* subcirculaire au niveau le plus large (fig. 1d).

II. CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES DES EMBRYONS.

En se référant à la classification de VAN TIEGHEM (41), l'embryon (fig. 2a & 2b) est plagiodesme : entrenœud allongé; axe vasculaire procambial principal dont les extrémités avoisinent la radicule séminale et la gemmule; cordon vasculaire procambial du scutellum rudimentaire (voir aussi 18).

Si l'on complète cette donnée par celles de REEDER (34) généralement admises (1, 23 & 31) et basées sur la présence ou l'absence d'épiblaste (+ ou -) et sur 3 critères dont les modalités de référence sont du type

festucoïde (F) ou panicoïde (P), la formule anatomique de l'embryon est conforme à celle du tableau I.

TABLEAU I. FORMULE EMBRYONNAIRE DU *Stipagrostis plumosa*

OBSERVATION EN COUPE LONGITUDINALE				OBSERVATION EN COUPE TRANSVERSALE (1 ^{re} feuille embryonnaire)
Critères	Entrecœur et course du système vasculaire procambial (1)	Épiblaste (2)	Talon (3)	Comparaison des marges Nombre de faisceaux vasculaires procambiaux (4)
Modalité	P	—	P	F

Cette formule embryonnaire caractéristique du type arundoïde-danthonioidé (1, 34) a déjà été attribuée à diverses espèces de la tribu *Aristideæ* (12, 17, 34 & 35). Nous pouvons préciser, en outre, que la formule d'alternance de la vascularisation procambiale du limbe de la première feuille de l'embryon est du mode $\bar{a}-C-\bar{A}-C-\bar{a}$ (3 & 5).

III. CARACTÉRISTIQUES BIOMÉTRIQUES DES CARYOPSES ET DE LEURS EMBRYON.

Dans le cadre de l'étude statistique, on considère¹ la moyenne arithmétique (\bar{X}), l'écart-type (σ), l'erreur standard (Sm) de la moyenne et le coefficient de variation (21 & 24). Pour le calcul de la variance, au lieu de n , nombre de mesures effectuées, il est tenu compte de $n-1$, nombre de degrés de liberté (26 & 36).

Les mesures concernent 4 critères : le poids des caryopses et leur longueur, le segment a (distance séparant les extrémités apicale du scutellum et basale du caryopse, fig. 1b)², le segment b (distance séparant les extrémités apicale de la piléole et basale du caryopse, fig. 1b). Les résultats figurent au tableau 2 et à la planche 1.

1. Afin de réduire les calculs de la moyenne et de la variance, on utilise une moyenne provisoire (24) ou origine provisoire (36).

2. Dans le tableau 9 (13), le segment a est celui que nous avons improprement appelé L. scutellum. De même, le segment b correspond à celui que nous avons désigné L. axe embryonnaire.

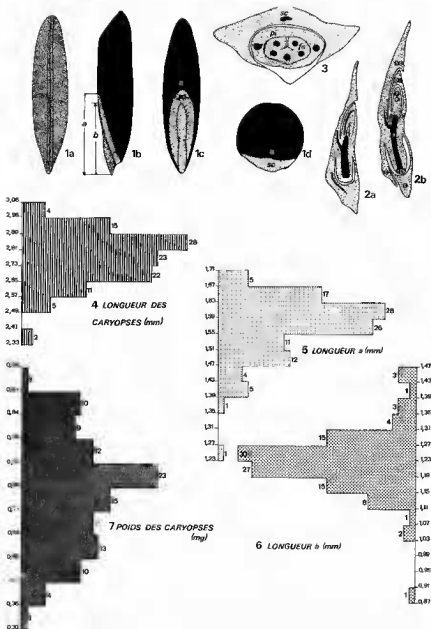
TABLEAU 2. BIOMÉTRIE DES CARYOPSES DE *Stipagrostis plumosa*

	CRITÈRES D'ÉTUDES			
	Poids (mg)	Longueur totale (mm)	Longueur a (mm)	Longueur b (mm)
Intervalle de varia- tion	0,33-0,91	2,35-3,02	1,25-1,69	0,90-1,45
Intervalle de classe. .	0,06	0,08	0,04	0,04
\bar{X}	0,65	2,77	1,57	1,23
σ	0,1374	0,1293	0,0771	0,0676
$\bar{X} \pm \sigma$	0,51-0,79	2,64-2,90	1,49-1,65	1,16-1,30
Sm	0,0132	0,0124	0,0074	0,0065
$\bar{X} \pm 2,6 \text{ Sm}$	0,62-0,68	2,74-2,80	1,55-1,59	1,21-1,25
Coefficient de varia- tion.	21,1 %	4,7 %	4,9 %	5,5 %

REMARQUES : Pour chaque critère, l'échantillonnage est tel que : $n = 110$; \bar{X} L. car. $\sqrt{\bar{X}}$ L. a = 1,76; \bar{X} L. car. $\sqrt{\bar{X}}$ L. b = 2,25; \bar{X} L. a / \bar{X} L. b = 1,28. Les diamètres orthogonaux d'une coupe transversale effectuée au niveau le plus large du caryopse mesurent 0,65 mm (d. vertical) et 0,63 mm (d. horizontal) pour une erreur de $\pm 8 \mu$.

Les seules données antérieures aux nôtres sur les mesures des caryopses de ce *Stipagrostis* sont celles de la flore de MAIRE (27). Elles n'ont aucune ampleur statistique et les valeurs indiquées pour la longueur totale (3 mm), le segment a (1,25 mm), correspondent à l'une des bornes des intervalles de variations respectifs, mentionnées au tableau 2.

La valeur du rapport \bar{X} L. car. / \bar{X} L. a confirme le fait que chez certaines tribus de Graminées, l'embryon occupe une bonne partie de la longueur du grain (23).



Pl. 1. — *Stipagrostis plumosa* subsp. *seminuda* : Configuration du caryopse : 1a, face adaxiale; 1b, face latérale; 1c, face abaxiale; 1d, vue en coupe transversale au niveau le plus large. — Anatomie de l'embryon : 2a & 2b, vues en coupes sagittales; 3, coupe transversale au niveau de la piléole. — Histogrammes de fréquence : 4 à 7 (sont indiquées les limites des intervalles de classe et la fréquence des mesures qui s'y rapportent). — ABBRÉVIATIONS : a, albumen; c, coléorhize; e.n., entrenœud; f.e., 1^{er} feuille embryonnaire; p, procambium de la vascularisation; pi, piléole; r.s., racine séminale; sc., scutellum; t, talon. Illustration : P. BOURREIL & N. COSTE.

IV. TENEUR EN AMINO-ACIDES ET AMIDON.

Quoique les résultats du tableau 3 ne proviennent pas de caryopses récoltés en milieu homogène, ils sont assez suggestifs si l'on prend en considération l'aire climatique et la structure anatomique¹ des deux espèces mises en parallèle. Il s'ensuit que *S. uniplumis* est nettement moins xérophile que *S. plumosa*. Quelle est l'incidence biochimique de tels faits d'observation? On peut la supputer en se référant aux recherches de HUBAC (22). Chez le *Carex pachystylis* très xérophile, la privation d'eau provoque dans les feuilles et les racines une certaine variation des acides aminés libres. Il y a essentiellement augmentation de la proline et diminution des acides aspartique et glutamique. Chez *Stipagrostis uniplumis* comparé à *S. plumosa*, parmi les amino-acides totaux des caryopses, la proline augmente au détriment de l'acide glutamique tandis que la teneur en acide aspartique reste inchangée. En fonction de ce qui a été précisé, et, en accord avec l'interprétation de HUBAC, on peut penser que l'augmentation de la teneur en proline constitue un processus compensatoire de résistance à la sécheresse. Or, au vu de son amplitude écologique et de sa structure anatomique, *S. uniplumis* est l'une des espèces du genre *Stipagrostis* les moins parfaitement adaptées à la sécheresse. Il est donc probable que, chez un bon nombre de taxons de ce genre — tout au moins les pérennes — on mettra en évidence des teneurs en proline et acide glutamique des caryopses de l'ordre de celles du *S. plumosa* qui les différencieront (19 & 20) de la plupart des espèces de la section typique du genre *Aristida* statistiquement réparties sur des aires moins xériques (6 & 10).

Il reste donc à étendre les investigations expérimentales et encore à prouver, par la culture en milieu homogène, la nature génotypique de la différenciation biochimique des sections, autrement dit à mettre en évidence le caractère écophylogénétique de cette différenciation.

*
*
*

Sans pour autant négliger le reste de la plante, les recherches sur les caryopses sont, comme nous venons de le montrer, intéressantes à plus

1. L'aire de répartition de *S. plumosa* s'intègre dans les zones désertiques et arides [de l'Afrique du Nord. Plus précisément, l'exemplaire récolté provient du sous-étage bioclimatique saharien inférieur (préc. moy. ann., 0-50 mm). L'aire de répartition de *S. uniplumis* en Afrique boréale est largement inféodée au bioclimat tropical accentué (6, 14, 15, 16, 32). Dans l'hémisphère africain austral, cette espèce végète depuis le bioclimat tropical accentué jusqu'au bioclimat désertique avec un échelonnement des précipitations moyennes annuelles variant de 500 à 0 mm (4, 17, 25, 33 & 39). Son aire est, d'après la définition de MONOD (30), du type symétrique avec un diastème oriental d'hémisphère sud. Ses dispositifs anatomiques de résistance à la sécheresse sont moins efficaces que ceux du *S. plumosa*: trichome bien plus discret, limbes à fermeture moins hermétique (6 & 10) en raison du plus grand nombre de faisceaux d'ordre supérieur et de la faible profondeur des sillons adaxiaux (2, 3 & 17), système racinaire moins puissant et à gaine mucilagineuse (6) inexistante ou très peu fonctionnelle.

TABLEAU 3. COMPOSITION EN AMINO-ACIDES TOTAUX
ET EN AMIDON DES CARYOPSES DE 2 *Stipagrostis*

AMINO-ACIDES	<i>Stipagrostis uniplumis</i>	<i>Stipagrostis plumosa</i>	
	Résidus (%) (inspiré de TAIRA)	Résidus (%)	Grammes (%)
Acide aspartique	4,9	4,8	1,49
Thréonine	3,1	3,0	0,84
Sérine	5,9	4,2	1,03
Acide glutamique	23,3	34,3	13,24
Proline	12,9	5,7	1,53
Glycine	7,3	5,0	0,88
Alanine	9,3	8,6	1,79
Valine	5,1	6,7	1,83
1/2 Cystine	0,8	traces	.
Méthionine	2,8	traces	.
Isoleucine	3,5	3,8	1,16
Leucine	12,0	14,0	4,29
Tyrosine	1,5	1,1	0,47
Phénylalanine	3,4	3,1	1,19
Lysine	1,2	1,6	0,68
Histidine	1,1	1,7	0,83
Arginine	1,9	2,4	1,19
	100,00	100,00	32,84
Amino-acides (m.Eq./g.)			2,34
Amino-acides (μ Eq./car.)			1,52
Amidon (%)			54,20

(*) Les résultats de TAIRA (42) formulés en grammes d'acides-amino pour 16 g d'azote ont d'abord été transformés (à l'exception du tryptophane) en m.Eq. d'acides-amino pour 1 000 m.Eq. totaux (Résidus pour 1 000 résidus) avant d'être convertis en pourcentages de résidus.

d'un titre¹ et la comparaison de matériel aborigène et de spécimens de culture² le confirmera. Dans une acception protéinique, MIEGE (29) a montré l'importance que revêt l'étude des graines. Notre dessein, quant à certaines Graminées, est de les circonscrire dans un cadre élargi englobant également cette optique.

1. Voir aussi la référence bibliographique 11 pour la différenciation spécifique.
2. Recherches en cours.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AUQUIER, P. — Critères anciens et modernes dans la systématique des Graminées, *Natura Mosana* 16 (1-2) : 1-63 (1963).
2. BOURREIL, P. — Étude anatomique du limbe des innovations des *Aristida* de l'Afrique du Nord et du Sahara, I.R.S. Alger, mém. 6 : 59-202 (1962).
3. — Technique de recherche du plan de vascularisation des feuilles des Aristides. Élaboration d'un phyllogramme plan-vasculaire. Amplitude de variation du mode d'alternance des faisceaux, *Bull. Soc. Fr.* 114 (7-8) : 303-318 (1967).
4. — Sur l'écologie, la germination et la culture de quelques Graminées africaines du genre *Aristida* L., *Ann. Fac. Sc. Marseille* 39 : 45-87 (1967).
5. — Lois de la vascularisation des limbes des Aristides (Graminées). Suites arithmétiques des faisceaux vasculaires d'un type donné, *C.R. Ac. Sc. Paris*, 268, sér. D : 1269-1272 (1969).
6. — Morphologie et anatomie comparées des genres *Aristida* et *Stipagrostis*. Ecophylétisme du genre *Stipagrostis*. Phylogénèse et chronologie des sections des Aristides (Graminées), *Ann. Fac. Sc. Marseille* 42 : 323-382 (1969).
7. — Étude pratique de la mitose de méristèmes radiculaires d'*Allium cepa* L. C.R.D.P. Marseille, 23 p., 4 pl. (1970).
8. — Adaptation des techniques de coloration au violet cristal et à l'hématoxyline aux coupes de méristèmes radiculaires difficilement colorables de Graminées africaines des genres *Aristida* et *Stipagrostis*. Techniques I (anatomie, caryologie), C.R.D.P. Marseille : 7-18 (1970).
9. — Méthodologie caryologique nouvelle applicable aux coupes déparaffinées de pointes méristématiques radiculaires de Graminées, fixées à l'aide de fixateurs à l'eau, Techniques 2 (caryologie), C.R.D.P. Marseille : 11-19 (1970).
10. — Recherches taxinomiques sur les Aristides (Graminées) de l'Ancien Monde, article de coordination et de synthèse du Doct. d'Etat ès Sc. Nat. déposé au Centre de documentation du C.N.R.S. sous le n° A-O. 1386 (1970).
11. — Parallèle taxonomique de *Stipagrostis pungens* et *Stipagrostis sabulicola*, Graminées africaines, *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 10 : 458-469 (1971).
12. BOURREIL, P. & GILLET, H. — Caractères morpho-anatomiques d'*Aristida rhiniochloa* Hochstetter d'après des spécimens du massif de l'Ennedi (Nord Tchad), *Journ. Agr. Tr. & Bot. Appl.* 16 (1) : 22-47 (1969).
13. BOURREIL, P., GILLET, H. & QUÉZEL, P. — A propos des caractères phytosociologiques et écologiques d'*Aristida meccana*, d'*Aristida mutabilis* (Graminées) et de leurs implications, *Boissiera* 24 : 173-196 (1975).
14. BOURREIL, P. & TROUIN, M. — Contribution à l'étude caryologique de quelques Aristides (Graminées) d'Afrique boréale, Conséquences taxonomiques, *Naturalia Mospeliensis*, ser. Bot., 21 : 29-36 (1970).
15. CLAYTON, W. D. — Flora of Tropical east Africa, *Gramineæ* (part. 1), 176 p. (1970).
16. — Flora of West Tropical Africa 3 (2), *Gramineæ* : 349-574 (1972).
17. DE WINTER, B. — The south african *Stipeæ* and *Aristideæ* (Gramineæ). An anatomical, cytological and taxonomic study, *Bothalia* 8 (3) : 201-404 (1965).
18. ESAU, K. — Anatomy of seed plants, ed. 4, John Wiley & Sons Inc., New York, 376 p. (1964).
19. GHIGLIONE, Cl., BOURREIL, P., PUGNET, T., GIRAUD, M. & RICHARD, M.-L. — Recherches morphologiques et biochimiques sur la diaspore des entités évolutives d'*Aristida rhiniochloa* Hochst., Graminée africaine, *Boissiera* 24 : 151-172 (1975).
20. GHIGLIONE, Cl., BOURREIL, P., LAZARIDÈS, M. & RICHARD, M. L. — Première étude biochimique des caryopses de 2 espèces australiennes du genre *Aristida* L. Parallèle avec *Aristida rhiniochloa*, Graminée africaine, *C.R. Ac. Sc. Paris* 281, sér. D : 451-454 (1975).
21. HELLER, R. — Manuel de statistique biologique, Gauthier-Villars, Paris, 296 p. (1968).

22. HUBAC, C. & GUERRIER, D. — Étude de la composition en acides aminés de deux *Carex* : le *Carex stenophylla* W. f. *pachystylis* (J. Gay) Asch. & Graebn., très résistant à la sécheresse et le *Carex setifolia* Godron non Kunze, peu résistant. Effet d'un apport de proline exogène, (Ecol. Plant. 7 (2) : 147-165 (1972).
23. JACQUES-FÉLIX, H. — Les Graminées (Poacées) d'Afrique tropicale. I, généralités, classification, description des genres, I.R.A.T. Paris, 345 p., 356 fig. (1952).
24. LAMOTTE, M. — Initiation aux méthodes statistiques en biologie, ed. 2, Masson & Cie, Paris, 144 p. (1971).
25. LEISTNER, O. A. — The plant ecology of the southern Kalahari, Bot. Surv. South-Africa, mém. 38 : 1-172 (1967).
26. MATHER, K. — Analyse statistique en biologie, Acta. Gauthier-Villars, Paris, 327 p. (1965).
27. MAIRE, R. — Flore de l'Afrique du Nord, *Monocotyledonae* : *Glumiflorae* (*Gramineae-Poideae* p.p.), 374 p., 198 fig. (1953).
28. MARCHETTI, R. — Métabolisme des glucides au cours de la germination, Th. Doct. Pharm., Marseille (1964).
29. MIÈGE, J. — Les protéines des graines : genèse, nature, fonction, domaine d'utilisation, Cons. et jard. Bot. Genève, 385 p. (1975).
30. MONOD, Th. — Remarques sur les symétries floristiques des zones sèches nord et sud en Afrique, Mitt. Bot. Staatssamm. München 10 : 375-423 (1971).
31. PRAT, H. — Revue d'Agrostologie. Vers une classification naturelle des Graminées, Bull. Soc. Bot. Fr. 107 : 32-79 (1960).
32. QUEZEL, P. — Flore et végétation des plateaux du Darfur nord-occidental et du Djebel Gourgeil, République du Soudan, Dossier 5 de la R.C.P. 45, C.N.R.S., 146 p., 4 pl. h.t. (1969).
33. RATTRAY, J. M. — Tapis graminéen d'Afrique, Études agricoles de la F.A.O. 49 : 1-170 (1960).
34. REEDER, J. R. — The embryo in grass systematics, Am. Journ. Bot. 44 : 756-769 (1957).
35. REEDER, J. R. & DECKER, H. F. — Affinities of *Stipa* and *Aristida*, Amer. Journ. Bot. 48 (6/2) : 549 (1961).
36. SCHWARTZ, D. — Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, ed. 3, Flammarion, Paris, 318 p. (1963).
37. SCHOLZ, H. — Zwei neue Gramineen-Arten aus Libyen und einige nomenklatorische Änderungen, Willdenowia 6 : 291-296 (1971).
38. — Der *Stipagrostis plumosa*-Komplex (*Gramineae*) in Nord-Africa, Willdenowia 6 : 519-552 (1972).
39. SIMON, B. K. — Rhodesian and Zambian grass lists, Kirkia 8 (1) : 3-84 (1971).
40. TAIRA, H. — Studies on amino-acid contents in plant seed III. Amino-acid contained in the seed of *Gramineae* (part 2), Bot. Mag. Tokyo 16 (903) : 340-341 (1963).
41. VAN TIEGHEM, P. — Morphologie de l'embryon et de la plantule chez les Graminées et les Cypérocées, Ann. Sc. Nat. Bot., ser. 8, 3 : 259-309 (1897).

P.B. — Laboratoire de Taxinomie
et Cytogénétique végétales.

M.T. — Laboratoire de Botanique
Faculté des Sciences et Techniques
13397 - MARSEILLE CEDEX 4.

Cl.G. — Laboratoire de Chimie organique
Faculté de Pharmacie
13385 - MARSEILLE CEDEX 4.